

SPIS TREŚCI

Przedmowa	9
1. POJĘCIA PODSTAWOWE	11
1.1. Pojęcie płynu. Przedmiot mechaniki płynów	11
1.2. Płyny jako ośrodki ciągłe	13
1.3. Płyny rzeczywiste i doskonałe	13
1.4. Układy jednostek miar	14
1.5. Własności fizyczne płynów	15
1.6. Podstawowe prawa gazów	25
2. HYDROSTATYKA	32
2.1. Siły działające na ciecz	32
2.2. Ciśnienie hydrostatyczne	33
2.2.1. Określenie ciśnienia hydrostatycznego	33
2.2.2. Własności ciśnienia hydrostatycznego	34
2.3. Podstawowe równanie równowagi płynu	36
2.4. Potencjał jednostkowych sił masowych. Powierzchnie jednakowego ciśnienia	38
2.5. Równowaga cieczy w jednorodnym polu grawitacyjnym	39
2.6. Ciecz w stanie względnego spoczynku	41
2.6.1. Równowaga cieczy w naczyniu poruszającym się ze stałym przyspieszeniem poziomym	42
2.6.2. Ciecz zawarta w naczyniu wirującym dookoła osi pionowej	43
2.7. Prawo Pascala	47
2.8. Prawo naczyń połączonych	49
2.9. Przyrządy do pomiaru ciśnienia	51
2.10. Parcie cieczy na powierzchnie płaskie	57
2.10.1. Obliczanie parcia	57
2.10.2. Parcie cieczy na dno naczynia	60
2.10.3. Wyznaczanie parcia metodą wykreślną	61
2.11. Parcie cieczy na powierzchnie krzywe	65
2.12. Równowaga ciał pływających	71
2.12.1. Prawo Archimedesesa	71

2.12.2. Równowaga ciał zanurzonych w cieczy	73
2.12.3. Warunki równowagi ciał pływających	73
3. KINEMATYKA PŁYNÓW	82
3.1. Analityczne metody badania ruchu płynów	82
3.1.1. Metoda Lagrange'a	82
3.1.2. Metoda Eulera	84
3.2. Pojęcia podstawowe teorii przepływów	85
3.3. Różniczkowe równanie ciągłości	91
3.4. Pola prędkości postępowej, odkształcenia i obrotu elementów płynu. Równanie Cauchy'ego - Helmholtza	95
3.4.1. Wyprowadzenie równań Cauchy'ego - Helmholtza	95
3.4.2. Prędkości odkształceń kątowych elementu płynu	98
3.4.3. Prędkości kątowe chwilowego obrotu elementu ..	99
3.5. Przestrzenny ruch potencjalny (bezwirowy) płynu	101
3.5.1. Potencjał prędkości	101
3.5.2. Równanie ciągłości ruchu potencjalnego	102
3.5.3. Powierzchnia jednakowego potencjału prędkości	102
3.5.4. Źródło i upust	104
3.6. Płaski ruch potencjalny	106
3.6.1. Funkcja prądu	107
3.6.2. Związek między funkcją prądu a potencjałem prędkości	108
3.6.3. Natężenie przepływu	109
3.6.4. Przykłady płaskich przepływów potencjalnych. Źródło i upust (dipol)	110
3.6.5. Nakładania przepływów	115
3.6.6. Zastosowanie zmiennej zespolonej do badania płaskiego ruchu potencjalnego	119
3.7. Ruch wirowy	121
3.7.1. Pojęcia wstępne	121
3.7.2. Rotacja wektora prędkości	122
3.7.3. Równanie ciągłości. Twierdzenie Helmholtza ..	123
3.7.4. Cyrkulacja prędkości	124
3.7.5. Twierdzenie Stokesa	125
3.7.6. Prawo Biota-Savarta	127
4. PODSTAWOWE RÓWNANIA DYNAMIKI PŁYNÓW DOSKONAŁYCH	128
4.1. Uwagi ogólne	128
4.2. Różniczkowe równania ruchu Eulera	129
4.3. Równanie Bernoulliego jako całka równań różniczkowych ruchu Eulera	132
4.4. Interpretacja równania Bernoulliego	135
4.5. Całka Cauchy-Lagrange'a	136
4.6. Różniczkowe równania ruchu wirowego płynu doskonałego	139
4.7. Równanie Bernoulliego dla gazów	143

5. ZASTOSOWANIE RÓWNIANIA BERNOULLIEGO I ZASADY ILOŚCI RUCHU	145
5.1. Pomiary prędkości i wydatku	145
5.1.1. Rurka Pitota i Prandtla	145
5.1.2. Pomiary wydatku i prędkości średniej	148
5.2. Wpływ cieczy przez małe otwory	155
5.2.1. Wpływ ustalony przez mały otwór. Współczynnik prędkości, kontrakcji i wydatku	155
5.2.2. Wpływ przez przystawki	157
5.2.3. Wpływ przez mały otwór zatopiony	162
5.2.4. Nieustalony wpływ cieczy	163
5.3. Wpływ przez duże otwory	167
5.3.1. Wpływ ustalony	167
5.3.2. Wpływ nieustalony	168
5.4. Przelewy	170
5.4.1. Uwagi wstępne	170
5.4.2. Klasyfikacja przelewów	171
5.5. Wpływ gazu przez otwór	184
5.6. Wpływ gazu przez dyszę. Dysza Laval'a	189
5.7. Zastosowanie zasady ilości ruchu	192
5.7.1. Reakcja strumienia na przeszkody nieruchome ..	193
5.7.2. Reakcja strumienia na przeszkody ruchome	195
5.7.3. Reakcja hydrodynamiczna	200
6. PODSTAWY DYNAMIKI PŁYNÓW LEPKICH	204
6.1. Równania różniczkowe ruchu płynu lepkiego - Naviera - Stokesa	204
6.2. Równanie Bernoulliego dla cieczy lepkiej	213
6.3. Doświadczenie Reynoldsa. Ruch laminarny i turbulentny ..	216
6.4. Przepływ laminarny płynu nieściśliwego. Prawo Hagen - Poiseuille'a	218
6.5. Podstawowe właściwości przepływu turbulentnego. Naprężenia styczne	223
6.6. Rozkład prędkości w rurach gładkich i chropowatych przy przepływie turbulentnym	228
6.7. Opory liniowe w rurach gładkich i chropowatych	233
7. PRZEPIY W CIECZY LEPKIEJ W PROSTYCH PRZEWODACH POD CIŚNIENIEM	236
7.1. Podstawowe pojęcia i zależności	236
7.2. Współczynnik oporów liniowych	241
7.3. Współczynniki oporów miejscowych	247
7.3.1. Wloty do przewodów	248
7.3.2. Łuk kołowy	249
7.3.3. Załamane rury	250
7.3.4. Nagłe zwiększenie się przekroju	251
7.3.5. Łagodne zwiększenie się przekroju (dyfuzor) ..	252
7.3.6. Nagłe zmniejszenie się przekroju	254

7.3.7.	Łagodne zmniejszenie się przekroju (konfuzor) .	255
7.3.8.	Zawory	256
7.3.9.	Trójniki	258
7.4.	Linie ciśnień i energii	259
7.5.	Hydrauliczne obliczanie przewodów prostych	263
7.5.1.	Obliczanie wydatku	264
7.5.2.	Określanie średnicy przewodu	266
7.5.3.	Obliczanie długich przewodów	267
7.5.4.	Przepływ przez lewar i syfon	272
7.6.	Ruch nieustalony w przewodach pod ciśnieniem	282
7.6.1.	Uwagi wstępne	282
7.6.2.	Ruch nieustalony cieczy nieściśliwej w przewodzie niesprężystym	283
7.6.3.	Uderzenie hydrauliczne w przewodach	287
8.	HYDRAULICZNE OBLICZANIE UKŁADÓW PRZEWODÓW ...	300
8.1.	Układ trzech przewodów	300
8.2.	Układy przewodów wodociągowych	309
8.2.1.	Przewody połączone równolegle	309
8.2.2.	Przewody połączone szeregowo i równolegle ...	311
8.2.3.	Układ przewodów z trzema zbiornikami	313
8.2.4.	Przewód o równomiernym wydatku	323
8.2.5.	Sieć rozgałęzieniowa i pierścieniowa	327
8.3.	Pompa w układzie przewodów	341
8.3.1.	Całkowita wysokość pompowania	342
8.3.2.	Wysokość ssania pompy	344
8.3.3.	Moc pompy i silnika	345
8.3.4.	Charakterystyka pompy	346
8.3.5.	Współpraca pompy z przewodem	347
8.3.6.	Współpraca kilku pomp z przewodem	348
9.	OBLICZANIE PRZEPŁYWU W GAZOCIĄGACH	354
9.1.	Obliczanie gazociągów wysokiego i średniego ciśnienia	354
9.1.1.	Izotermiczny przepływ gazu w gazociągach poziomych	354
9.1.2.	Spadek ciśnienia i średnie ciśnienie w gazociągu	358
9.1.3.	Obliczanie układów gazociągowych	363
9.1.4.	Obliczanie nachylonych i pionowych gazociągów	373
9.1.5.	Niezotermiczny przepływ gazu w gazociągach ..	376
9.2.	Obliczanie gazociągów niskiego ciśnienia	380
9.2.1.	Ciągły i równomierny rozbiór gazu	380
9.2.2.	Uogólniony wzór na obliczanie gazociągów	382
9.2.3.	Nierównomierny rozbiór gazu w punktach	383
9.2.4.	Ciągły i równomierny rozbiór gazu z pionu instalacji wewnętrznej	385
9.2.5.	Obliczanie pionu z rozbiorem gazu w punktach .	387

10. PRZEPIŁY WY W PRZEWODACH WENTYLACYJNYCH	390
10.1. Opory liniowe w przewodach wentylacyjnych	390
10.2. Opory miejscowe w trójkach	392
10.3. Obliczanie przewodów z otworami i ze szczeliną	394
10.3.1. Wyływ przez otwór w przewodzie wentylacyjnym	394
10.3.2. Obliczanie przewodów wentylacyjnych z otworami	396
10.3.3. Przewody wentylacyjne o stałym przekroju poprzecznym z otworami	400
10.3.4. Przewody wentylacyjne z podłużną szczeliną	401
10.3.5. Obliczanie przewodów wentylacyjnych z podłużną szczeliną przy stałym przekroju poprzecznym	406
10.4. Podstawowe zasady teorii odpylania powietrza w cyklonach	408
11. TEORIA PODOBIENSTWA I ANALIZA WYMIAROWA	414
11.1. Uwagi wstępne	414
11.2. Podobieństwo zjawisk fizycznych	414
11.3. Analiza podobieństwa ruchu płynu lepkiego i nieściślnego	417
11.4. Warunki podobieństwa zjawisk wymiany ciepła	421
11.5. Sens fizyczny liczb podobieństwa	424
11.6. Analiza wymiarowa. Twierdzenie π	425
11.6.1. Pojęcie niezależności wymiarowej	425
11.6.2. Układ jednostek	426
11.6.3. Wymiarowo niezmiennicze i wymiarowo jednorodne funkcje wielkości wymiarowych	427
11.6.4. Twierdzenie π	428
11.7. Ogólne ujęcie strat liniowych metodą analizy wymiarowej	429
12. USTALONY RUCH CIECZY W KORYTACH OTWARTYCH I KANAŁACH	433
12.1. Ruch wolnozmienny w korytach otwartych	433
12.2. Ruch jednostajny w korytach otwartych (kanałach) ...	436
12.3. Hydraulicznie najkorzystniejszy przekrój koryta	438
12.4. Hydrauliczne obliczanie kanałów otwartych	440
12.5. Ruch podkrytyczny i nadkrytyczny. Głębokość krytyczna	444
12.6. Spadek krytyczny i prędkość krytyczna	448
12.7. Przejście z ruchu nadkrytycznego w podkrytyczny i odwrotnie	450
12.8. Odskok hydrauliczny	451
12.9. Bezciśnieniowy ruch cieczy w przewodach zamkniętych	456

13. PODSTAWY FILTRACJI WÓD PODZIEMNYCH	467
13.1. Uwagi wstępne	467
13.2. Rodzaje wód podziemnych	467
13.3. Fizyczne własności gruntu	468
13.4. Podstawowe prawo filtracji	469
13.5. Różniczkowe równanie filtracji wód podziemnych	472
13.6. Równomierna filtracja wód podziemnych	476
13.7. Nierównomierna filtracja wód swobodnych	477
13.8. Całkowanie równań nierównomiernej filtracji	479
13.9. Dopływ wody gruntowej do studni i drenu	486
13.9.1. Studnie zwykłe	486
13.9.2. Studnie pochłaniające (absorpcyjne)	488
13.9.3. Studnie naporowe	489
13.9.4. Dreny	490
13.9.5. Filtracja przez prostokątną groblę	491
13.10. Współdziałanie zespołu studzien	492
13.11. Filtracja przez zaporę ziemną	497
Bibliografia	505